

POTENCIJAL BIOAKUMULACIJE I TRANSLOKACIJE Pb i Cr U BILJNIM VRSTAMA KOJE RASTU NA JALOVIŠTU

Gorica Đelić¹, Zoran Simić², Milan Stanković¹, Snežana Branković¹, Tatjana Jakšić², Predrag Vasić², Milica Pavlović¹, Anđelka Popadić³

Izvod: U radu su prikazani rezultati istraživanja bioakumulacije i translokacije Pb i Cr od strane vrsta *Leucantenum vulgare* Lam., *Melilotus officinalis* L., *Onobrichis viciifolia* Scop. uzorkovane sa jalovišta Kosovske Mitrovice. Najveću količinu Pb sadrži cvast (93,46 mg kg⁻¹) vrste *L. vulgare*, a najveće količine Cr konstatovane su u herbi *O. viciifolia*. Zbog sposobnosti da usvajaju velike količine Pb i Cr vrste *O. viciifolia* *L. vulgare* sa kontaminiranih terena, ne treba koristiti ni kao lek ni kao stočnu hranu. Na osnovu sadržaja Pb i Cr ispitivane organe kod vrste *O. viciifolia* možemo da poredamo u niz: herba>koren>cvasti, kod vrste *L. vulgare* u niz: cvast>herba>koren a kod vrste *M. officinalis* koren>herba>cvast. Sve ispitivane vrste se ponašaju kao ekskluderi zagađujuće supstance

Ključne reči: Pb, Cr, volujsko oko, esparzeta, kokotac

Uvod

Teški metali su prirodne komponente zemljišta. Međutim svedoci smo da se njihove količine u zemljištu drastično povećavaju usled antropogenih aktivnosti. Prisustvo teških metala u zemljištu predstavlja jedan od najvećih abiotskih stresova za biljke. Mnogi od njih su esencijalni mikronutritijenti, jer su neophodni za brojne fiziološke procese. Međutim, biljke iz podloge usvajaju i metale koji nemaju fiziološku ulogu (Cd, Pb, Hg, Cr) i potencijalno su visoko toksični čak i pri nižim koncentracijama. Stepenn tolerancije biljaka na teške metale varira od vrste do vrste. U mnogim biljnim vrstama konstatovan je visoki nivo teških metala. To je dobro ukoliko se te vrste koriste u fitoremedijaciji zemljišta, ali je opasno ako se takve vrste koriste u tradicionalnoj medicini.

Leucantenum vulgare Lam. (margarita) je evroazijski florni element. To je hemikriptofita, heliofita, mezofita koja živi na zemljištu neutralne pH reakcije. Može da uspeva i na zemljištu koje sadrži manju količinu soli (Guan et al., 2010). Odogovaraju joj staništa sa punom dnevnom svetlošću, jer u uslovima smanjenja svetlosti za 85% smanjuje biomasu rozete za 70% (Clements et al., 2004). Nadzemni deo biljke se koristi u lekovite svrhe za lečenje velikog kašlja, astme i nervne razdražljivosti. Cvetovi se koriste kao antispazmodik, antitusik, dijaforetik,

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica

³Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak

diuretik za lečenje konjuktivitisa (Chiej, 1984). Areal rasprostranjenja vrste se širi tako da je već za mnoge teritorije postala invazivna vrsta (Stutz et al., 2018).

Onobrichis viciifolia Scop. (esparzeta) je hemikriptofita koja raste u uslovima smanjene vlažnosti (subkserofita), na zemljištu bogatom azotom i neutralne do bazne pH reakcije. To je krmna kultura koja se odlikuje dobrim agronomskim, ekološkim i nutritivnim osobinama. Gaji se za proizvodnju meda, ali i kao stočna hrana (Mora-Ortiz & Smith 2018). Ekstrakti biljke imaju antibakterijsko dejstvo i antitumorski efekat (Kozuharova & Benbassat, 2018).

Melilotus officinalis L. (kokotac) je terofita/hamefita koja raste na zemljištu neutralne do bazne pH reakcije, u ekstremno sušnim uslovima, ali može se sporadično naći i u mezofilnim fitocenozama. *M. officinalis* se koristi kao hrana, kao stočna hrana, ali i kao lek. Kumarini, sekundarni metabolite koji su izolovani iz *M. officinalis* su razređivači krvi i sprečavaju stvaranja krvnih ugrušaka (Nasser & Al-Ani, 2014). Alamgeer i sar. (2017) ukazuju da ova vrsta ima antiinflamatorno, antioksidativno, hepatoprotektivno, anksiolitičko i antiproliferativno dejstvo.

Cilj istraživanja je da se ispita potencijal usvajanja, bioakumulacije i translokacije Pb i Cr od strane vrsta *Leucantum vulgare* Lam., *Melilotus officinalis* L., *Onobrichis viciifolia* Scop. kako bi se došlo do saznanja o karakteristikama ispitanih vrsta i na osnovu toga izvršila procena mogućnost njihovog korišćenja.

Materijal i metode rada

Za analizu sadržaja i distribuciju Cr i Pb sakupljeno je po 50 jedinki vrsta *Leucantum vulgare* Lam., *Melilotus officinalis* L., *Onobrichis viciifolia* Scop. sa jalovišta na teritoriji Kosovske Mitrovice. Uzorkovane su cele biljke (podzemni i nadzemni delovi) u fazi cvetanja. Biljni materijal je opran, odvojen na koren, stablo sa listovima i cvast, a zatim sušen u hladu. Za razaranje osušenog biljnog materijala korišćen je postupak vlažne mineralizacije azotom i perhlornom kiselinom.

Zemljište je sakupljano na dubini od 10 cm, na mestu odakle su uzorkovane biljke. Uzorak zemljišta je standardnom procedurom pripremljen za hemijsku analizu (Wei et al., 2005.).

Hemijska analiza uzoraka zemljišta i biljnog materijala vršena je u Laboratoriji za analitičku hemiju Instituta za hemiju, Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu na atomskom apsorpcionom spektrofotometru (Perkin Elmer 3300). Očitavanje sadržaja Pb i Cr u svakom uzorku je urađeno u 5 ponavljanja, nakon čega su određene srednja vrednost, standardna devijacija, bioakumulacioni (BAC) i translokacioni factor (TF) (Kabata-Pendias, 2011.).

Statistička značajnost razlika između izračunatih srednjih vrednosti određena je pomoću verifikovanog programa SPSS statistika (SPSS 21 for Windows). Koeficijenta korelacije (r) između koncentracija teških metala (Cr i Pb) u biljnim organima *O. viciifolia*, *L. vulgare* i *M. officinalis* utvđen je pomoću Pearson-ovog korelacionog koeficijenta.

Rezultati istraživanja i diskusija

Sadržaj Cr u zemljištima širom sveta kreće se u granicama 1-100 mg kg⁻¹ a najčešće je u rasponu od 10-50 mg kg⁻¹ (Džamić et al., 1996). Sadržaj Cr u zemljištu jalovišta na teritoriji Kosovske Mitrovice je u količini od 453.36 mg kg⁻¹ što je oko 9 puta više u odnosu na prosečne vrednosti Cr u zemljištu (Džamić et al., 1996).

Kabata - Pendias (2011) navodi da je srednja vrednost koncentracije olova u zemljištima sveta od 20 mg kg⁻¹, a prema Adriano (2001) ta vrednost je 35 mg kg⁻¹. Rezultati naših istraživanja pokazuju da je koncentracija Pb u ispitivanom zemljištu 873.66 mg kg⁻¹ što je čak preko 40 puta više od srednje vrednosti prema Kabata - Pendias (2011) odnosno preko 26 puta više prema Adriano (2001).

Tabela 1. Sadržaj Pb i Cr [mg kg⁻¹]¹ u vrstama *L. vulgare*, *M. officinalis*, *O. viciifolia* sa lokaliteta Kosovska Mitrovica¹

Table 1. The content of Pb and Cr [mg kg⁻¹]¹ in species *L. vulgare*, *M. officinalis*, *O. viciifolia* from Kosovska Mitrovica

	Koren root		stablo i listovi herb		Cvst inflorescence	
	Pb	Cr	Pb	Cr	Pb	Cr
<i>Onobrychis viciifolia</i>	6,16 ± 0.035	7,45± 0.048	17,6± 0.381	132,9± 0.753	5,5± 0.041	16,54± 0.391
<i>Leucantenum vulgare</i>	13,5± 0.406	43,6± 0.554	20,34± 0.3611	17,42± 0.299	93,46± 1.184	60,9± 0.464
<i>Millilotus officinalis</i>	62,46± 0.472	17,46± 0.343	7,6± 0.0799	1,5± 0.022	1,2± 0.027	1,3± 0.029
Zemljište soil	873.66 ± 2.06	453.36± 1.357				

¹srednja vrednost (n=5) ± standardna devijacija [mg kg⁻¹]

Prema navodima Kabata-Pendias (2011) prosečan sadržaj Pb u biljkama iznosi 0,05-3,0 mg kg⁻¹. Rezultati (Tabela 1) pokazuju da koren *M. officinalis* sadrži 4,6 puta veću količinu Pb u odnosu na koren *L. vulgare*, a 10 puta više u odnosu na koren *O. viciifolia*. Sadržaj Pb u korenu svih ispitivanih vrsta je daleko veći od prosečnog sadržaja Pb u biljkama, a koje navodi Kabata-Pendias (2011.). Kod vrste *O. viciifolia* najveće količine Pb su konstatovane u herbi, manje u korenu, a najmanje u cvasti. Sadržaj Pb u svim biljnim organima *O. viciifolia* je značajno veći od vrednosti prosečnog sadržaja u biljkama. Na osnovu sadržaja Pb ispitivane organe kod vrste *L. vulgare* možemo da poredamo u niz: cvast>herba>koren, a kod vrste *M. officinalis* koren>herba>cvast. *L. vulgare* najveće količine Pb sadrži u cvasti (93,46 mg/kg). Cvasti ove vrste se koriste u lekovite svrhe, pa treba ukazati da ova vrsta ima sposobnost usvajanja velikih količina Pb i zbog toga se smeju sakupljati isključivo na terenima nekontaminiranim Pb.

Prema Nagajyot (2010) prosečan sadržaj Cr u biljkama iznosi 0,2-1 mg kg⁻¹ dok je toksična vrednost Cr za biljna tkiva procenjena na 5-30 mg kg⁻¹ suve materije. Koren *L. vulgare* sadrži najveće količine Cr u odnosu na korene ostalih ispitivanih vrsta i ta količina je za 45% veća od gornje toksične granice za biljke (30 mg kg⁻¹). Sadržaj Cr u korenu *O. viciifolia* (7,45 mg kg⁻¹) i korenu *M. officinalis* (17,46 mg kg⁻¹) je u opsegu toksične koncentracije Cr (5-30 mg kg⁻¹). Herba *O. viciifolia* sadrži čak 132,9 mg kg⁻¹ što je 4,5 puta više od gornje toksične granice za biljke. Zbog sposobnosti da akumulira velike količine Cr ovu biljku sa terena kontaminiranih Cr ne treba koristiti kao stočnu hranu. Cvasti *L. vulgare* sadrži najveće količine Cr u odnosu na sve biljne organe sve tri ispitivane vrste i to 2 puta više od gornje toksične vrednosti Cr za biljke. Na osnovu sadržaja Cr ispitivane organe možemo da poredamo kod vrste *O. viciifolia* u niz: herba>cvast>koren, kod *L. vulgare* u niz: cvast>koren>herba, a kod vrste *M. officinalis* u niz: koren>herba>cvast.

Tabela 2. Bioakumulacioni faktor (BAC) i Translokacioni factor (TF)
 Table 2. Bioaccumulation (BAC) and Translocation factor (TF)

	BAC C herb C soil		BAC C inflorescence C soil		TF C herb C root		TF C inflorescence C root	
	Pb	Cr	Pb	Cr	Pb	Cr	Pb	Cr
<i>Onobrychis viciifolia</i>	0,02	0,3	0,006	0,04	2,8	17,8	0,9	2,2
<i>Leucantum vulgare</i>	0,02	0,04	0,1	0,13	1,5	0,4	6,9	1,4
<i>Millilotus officinalis</i>	0,01	0,003	0,001	0,002	0,1	0,02	0,02	0,02

Bioakumulacioni faktor (BAC) je korišćen za proračun akumulacije iz zemljišta u nadzemne organe. Dobijeni rezultati pokazuju da je kod svih ispitivanih vrsta BAC<1, što znači da se vrste *L. vulgare*, *M. officinalis*, *O. viciifolia* ponašaju kao ekskluderi zagađujuće supstance. Efikasna translokacija Pb i Cr (TF>1) konstatovana (Tabela 2) je kod *O. viciifolia* (herba i cvast) i *L. vulgare* (cvast).

Statistička analiza je pokazala da postoji jaka negativna veza: između korena *O. viciifolia* i *L. vulgare* u sadržaju Cr (r= -0,903); između herbe *O. viciifolia* i cveta *L. vulgare* u sadržaju Pb (r=-0,976), između herbe u sadržaju Cr i korena u sadržaju Pb kod *M. officinalis* (r= -0,962). Jaka pozitivna veza (kada je r=0,5-1,0) konstatovana je: između cveta *L. vulgare* u sadržaju Cr i stabla i lista *M. officinalis* u sadržaju Pb (r= 0,938); u sadržaju Cr između herbe *O. viciifolia* i herbe *M. officinalis* (r=0,924); između cveta *L. vulgare* u sadržaju Cr i herbe *M. officinalis* u sadržaju Pb (r=0,938); u sadržaju Pb između herbe *L. vulgare* i korena *M. officinalis* (r=0,889) i između cveta *L. vulgare* i korena *M. officinalis*. (r= 0,975).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata možemo da zaključimo da vrste *L. vulgare*, *M. officinalis*, *O. vicifolia* uspešno rastu na zemljištu koje je kontaminirano Pb i Cr. Najveće količine ispitivanih toksičnih metala vrsta *O. vicifolia* sadrži u herbi, vrsta *L. vulgare* u cvasti, a *M. officinalis* u korenu. Sve ispitivane vrste se ponašaju kao ekskluderi zagađujuće supstance. Nisu hiperakumulatorske vrste međutim, imaju sposobnost tolerancije na Pb i Cr u zemljištu.

Literatura

- Adriano D.C. (2001). Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability and risks of metals. Second ed. Springer-Verlag, New York.
- Alamgeer Z., Qaisar M., Uttra A., Ahsan H., Khan K., Khan I., Saleem M., Khadijai, A. H., Sharif A., Younis W. (2017). Evaluation of hepatoprotective activity of *Melilotus officinalis* L. against paracetamol and carbon tetrachloride induced hepatic injury in mice. Acta. Pol. Pharm. Drug Res. 74, 903-909. 9.
- Chiej R. (1984). Encyclopaedia of Medicinal Plants. ISBN 0-356-10541-5.
- Clements D.R., Cole D.E., Darbyshire .; King J., McClay A. (2004). The biology of Canadian weeds *Leucanthemum vulgare* Lam. Canadian Journal of Plant Science, 84(1):343-363.
- Džamić R., Stevanović D., Jakovljević M. (1996). Praktikum iz agrohemije. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd - Zemun (93-95).
- Guan Z.Y., Chen S.M., Chen D.D., Yin D.M., Liu Z.L., Tang J., Yang I. (2010). Tolerance screening of 32 taxa from Chrysanthemum and its relative genera. Scientia Agricultura Sinica, 43(19):4063-4071.
- Hamid A., Raina A. (2014). Ethnobotanical uses of plants in and around Kanji Wildlife Sanctuary, north west Himalaya. Int. J. Sci. Res. 3, 538-545.
- Kabata-Pendias A. (2011). Trace Elements in Soil and Plants (4th Eds.). Boca Raton, CRC press, Washington, D.C.
- Kaur, S., Sharma A., Bedi P.M.S. (2017). Bioactivity guided isolation, characterization and quantification of an anxiolytic constituent - kaempferol, from *Melilotus officinalis* aerial parts. JBAPN, 7, 379-390.
- Kozuharova E., Benbassat N. (2018). The Sainfoins (*Onobrychis* Mill., Fabaceae) – Forage For Grazing Animals, Honey And Medicinal Plants. : EAS J Pharm Pharmacol Volume-1 | Issue-2 |28-31.
- Mora-Ortiz M., Smith J.M.L. (2018). *Onobrychis vicifolia*; a comprehensive literature review of its history, etymology, taxonomy, genetics, agronomy and botany. Plant Genetic Resources, Volume 16, Special Issue 5: Legume Genetic and Pre-breeding Resources, pp. 403 – 418.
- Nagajyoti P.C., Lee K. D. (2010). Sreekanth TVM Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: areview. Environ Chem Lett, 8, 199–216.
- Nasser, N.M., Al A., Widad M.K. (2014). Isolation of cumarin from *Melilotus officinalis* of Iraq Pharmacie Globale; Roorkee Vol. 5, Iss. 2, 1-3.

- Reeves R.D., Baker A.J.M. (2000): Phytoremediation of toxic metals. In Raskin I, Ensley BD (Eds.) Using plants to clean up the environment. *Wiley and Sons Inc*, New York.
- Stutz S., Mráz P., Hinz H.L., Müller-Schärer H., Schaffner U. (2018). Biological invasion of oxeye daisy (*Leucanthemum vulgare*) in North America: Pre-adaptation, post-introduction evolution, or both? PLoS ONE 13(1): e0190705. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190705>.
- Wei Sh., Zhou Q., Wang X. (2005). Identification of weed plants excluding the uptake of heavy metals. *Environ. Inter.*, 31, 829-834.

POTENTIAL OF BIOACCUMULATION AND TRANSLOCATION OF PB AND CR IN PLANT SPECIES GROWING ON TAILINGS POND

Gorica Đelić¹, Zoran Simić¹, Milan Stanković¹, Snežana Branković¹, Tatjana Jakšić², Predrag Vasić², Milica Pavlović¹, Anđelka Popadić³

Abstract

The paper presents the results of research on the bioaccumulation and translocation of Pb and Cr by the species *Leucanthemum vulgare* Lam., *Melilotus officinalis* L., *Onobrichis viciifolia* Scop. sampled from the tailings of Kosovska Mitrovica. The highest amount of Pb is contained in the inflorescence (93.46 mg kg⁻¹) of type *L. vulgare* and the largest amounts of Cr were found in the herb *O. viciifolia*. Due to the ability to absorb large amounts of Pb and Cr type *O. viciifolia* and *L. vulgare* from contaminated terrain, should not be used as a medicine or fodder. On the basis of the content of Pb and Cr, the examined organs in species *O. viciifolia* can be arranged in a series: herba>root>inflorescence, in species *L. vulgare* in a row: inflorescence>herba>root and in the species *M. officinalis* root>herba>inflorescence. All tested species act as excluders of the pollutant.

Key words: Pb, Cr, marguerite, sainfoin, melilot

¹ University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

² University of Priština, Faculty of Science, Kosovska Mitrovica

³ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Serbia